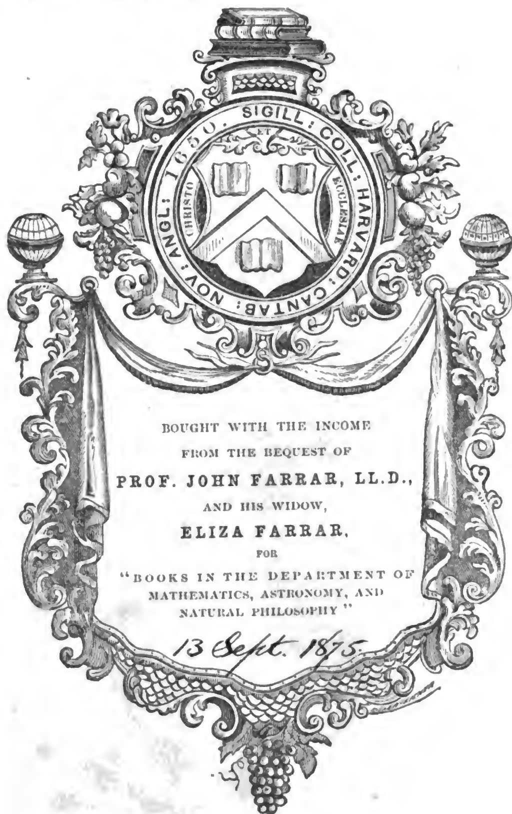
UEBER FAHLERZ UND SEINE REGELMÄSSIGEN VERWACHSUNGEN: (ABDRUCK A.D…

Alexander Sadebeck




SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO
ET
ECCLESIAE

Ueber Fahlerz

und

seine regelmässigen Verwachsungen.

Von

Dr. Alexander Sadebeck,

ord. Professor der Mineralogie und Geologie an der Universität in Kiel.

Hierzu zwei Tafeln.

(Abdruck a. d. Zeitschr. d. Deutschen geologischen Gesellschaft. Jahrg. 1872.)

Berlin,

In Commission bei R. Friedländer und Sohn.

1872.

Ueber Fahlerz

und

seine regelmässigen Verwachsungen.

Von

Alexander Sadebeck
in Berlin.

Hierzu Tafel XVI – XIX.

(Abdruck a. d. Zeitschr. d. Deutschen geologischen Gesellschaft, Jahrg. 1872.)

1875, Sept. 13.
Farrar Fund.

Im Anschluss an meine früheren Arbeiten über Kupferkies und Blende*) unterwarf ich das Fahlerz einem genaueren Studium, mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen der drei Mineralien untereinander.

Die Krystallform des Fahlerzes ist bis jetzt noch nicht monographisch bearbeitet worden und unsere Kenntniss beruht nur auf dem, was sich in den einzelnen Handbüchern findet und einigen kleineren Mittheilungen, auf die zurückzukommen ich noch Gelegenheit haben werde. Ich bemühte mich hier, die beiden Stellungen, wie bei dem Kupferkies und der Blende, auseinander zu halten, und dies dehnte ich auch auf die scheinbar holoëdrischen Formen aus. Dabei fand ich, dass auch die Formen 2. Stellung vorherrschend entwickelt auftreten, während man bis jetzt immer den herrschenden Formen die 1. Stellung zudictirte.

Auch die Zwillingsbildung ist hier von besonderem Interesse, und die Darstellung derselben in den verschiedenen Handbüchern ist nicht ganz naturgetreu. Nirgends findet man aneinandergewachsene Zwillinge erörtert, welche ich beim Fahlerz recht häufig angetroffen habe. Die durcheinandergewachsenen zeigen auch noch wichtige krystallographische Modificationen.

Hieran knüpfe ich dann einen Vergleich der Formen mit Kupferkies und Blende, eine Beschreibung der regelmässigen Verwachsungen dieser Mineralien mit Fahlerz, welche einem bestimmten Gesetze unterworfen sind. Damit schliesst der allgemeine Theil, im speciellen werden dann die einzelnen Vor-

*) Diese Zeitschrift Bd. XX., S. 595, Bd. XXI., S. 620, u. Bd. XXIV., S. 179.

kommnisse abgehandelt und zwar im Wesentlichen die, welche sich im hiesigen mineralogischen Museum der Universität finden.

Am Schluss lasse ich noch einige Bemerkungen über die Art der Verwandtschaft von Kupferkies, Fahlerz und Blende folgen und ihre Stellung zur Lehre der Isomorphie, worüber ich in einem besonderen Aufsatze ausführlicher zu berichten gedenke.

I. Allgemeiner Theil.

1. Ueber die Formen des Fahlerzes in Bezug auf ihre Stellung.

Die beim Fahlerz vorkommenden Formen zerfallen in Formen 1. und 2. Stellung, von denen die ersteren bei weitem vorherrschender entwickelt sind.

Formen 1. Stellung. Hier fehlt nur selten das 1. Tetraëder, welches auch mitunter ganz allein, mit Ausschluss jeglicher anderen Form, auftritt und durch sein Vorherrschen überhaupt dem Mineral das tetraëdrische Ansehen verleiht. Die Flächen desselben sind glänzend, aber nie glatt, sondern immer gestreift und zwar in der Richtung der Tetraëderkanten, eine Folge der Neigung zur Bildung von Triakistetraëdern. Die Stärke und Dichtigkeit dieser Streifung ist eine sehr verschiedene. Daneben tritt noch eine andere Streifung auf, welche dem eingeschriebenen Dreieck der Tetraëderfläche entspricht, also von der Neigung herrührt, ein Dodekaëder oder Deltoiddodekaëder zu bilden. Die Berührungslinie dieser beiderlei Streifen verläuft zickzackartig oder krummlinig. Die Streifungen zeigen allerlei Unregelmässigkeiten. Es kann die Streifung nach einer Richtung hin besonders vorherrschen, auch können Individuen in paralleler Stellung aufgewachsen sein, wodurch ein häufiges federartiges Zusammentreffen der Streifung erzeugt wird. Diese aufgewachsenen Individuen können auch regelmässig durch die Flächen des Triakistetraëders $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ begrenzt sein und bilden dann kleine dreiseitige Pyramiden, welche ich sehr schön auf einer Stufe von der Grube Aurora bei Dillenburg beobachten konnte. Durch diese Unregelmässigkeiten können die Flächen mitunter auch gewölbt erscheinen. Das 1. Tetraëder habe ich bei allen Fahlerzen

beobachtet, mit Ausnahme der von Schwatz in Tyrol. Eine sehr häufige Erscheinung ist auch die, dass das 1. Tetraëder besonders bei den kleineren Krystallen einer Druse entwickelt ist, während bei den grösseren die übrigen Flächen eine bedeutendere Rolle spielen.

Von den Triakistetraëdern erscheint bei weitem am häufigsten $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$. Zwischen diesem und dem Tetraëder hat HESSENBERG noch $(a:a:\frac{5}{9}a)$ bei Kahl im Spessart aufgefunden. Ferner kommen noch flachere vor, unter denen $(a:a:\frac{1}{3}a)$ und $(a:a:\frac{1}{4}a)$ durch Messung bestimmt sind. HESSENBERG*) giebt noch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{5}{9})$ an. Alle diese Triakistetraëder sind in demselben Sinne wie das Tetraëder gestreift und diese Streifen setzen sich auch vielfach fort auf das Hexaëder, so dass ich den derartig gestreiften Hexaëderflächen auch die 1. Stellung gebe. Diese Streifung zeigen sehr deutlich die Krystalle von Müsen, bei anderen Fundorten tritt sie mehr zurück und ist nur in seltenen Fällen erkennbar, so z. B. bei der Grube Aurora bei Dillenburg.

Das 2. System der Streifen auf dem Tetraëder führt, wie schon oben erwähnt, zunächst auf ein Deltoiddodekaëder, welches jedoch verhältnissmässig selten entwickelt ist, am deutlichsten bei den Krystallen von Horhausen. Est ist die Form, welche die kurzen Kanten des Triakistetraëders $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ gerade abgestumpft und mithin das Zeichen $\frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)$ hat; es ist auch in demselben Sinne gestreift. Ferner deuten die Streifen auch auf das Dodekaëder, dies ist z. B. bei den Krystallen von der Grube Aurora bei Dillenburg der Fall, wo die schmalen Streifen deutlich mit dem Dodekaëder einspiegeln und sich auch auf das Dodekaëder fortsetzen, so dass ich einem derartig gestreiften Dodekaëder, welches also parallel der langen Diagonale gestreift ist, die 1. Stellung gebe. Das Dodekaëder in dieser Stellung ist auch glänzend, zeigt aber vielfach Unebenheiten, die den Formen 1. Stellung überhaupt eigen sind. Auch bei dieser Form tritt die Streifung mitunter zurück.

Von Hexakistetraëdern kommt hier das zuerst von G. ROSE**) am Fahlerz von Obersachsen, bei Ilanz am Vorder-

*) Mineralogische Notizen No. 4. 1861. p. 36.
**) POGGENDORFF's Annalen Bd. XII., p. 489.

Rhein beobachtete vor $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$, welches genau durch Zonen bestimmt ist, wie aus Fig. 13 ersichtlich ist. Es liegt zunächst mit parallelen Kanten zwischen Dodekaëder (d) und Triakistetraëder $\frac{1}{2}o$ und ist auch in dieser Richtung gestreift. Der 2. Parallelismus findet mit dem Tetrakishexaëder $(a:\frac{1}{3}a:\infty a)$ statt, welchem ich die 2. Stellung gebe und welcher auch in Zonen fixirt ist, wie wir weiterhin sehen werden.

Die Formen 2. Stellung sind im Allgemeinen weniger entwickelt, wohl auch etwas glänzender, weniger gekrümmt und seltener gezeichnet. Wenn Streifung auf den Formen auftritt, welche auch in 1. Stellung vorkommen, so verläuft dieselbe immer in anderem Sinne. Zunächst das 2. Tetraëder erscheint meist nur klein und fehlt den Krystallen einer grossen Anzahl von Fundorten ganz. Es hat grosse Aehnlichkeit mit dem 2. Tetraëder des Kupferkieses, indem es stark glänzend ist und keine Zeichnungen zeigt.

Von Triakistetraëdern erscheint auch hier am häufigsten $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$, welches meist nur schmale Abstumpfungen der Dodekaëderkanten bildet. Die Streifung geht hier in der Richtung der abgestumpften Kante und setzt sich auch auf das Dodekaëder fort. Ein so gestreiftes Dodekaëder fasse ich deshalb als 2. Dodekaëder auf. Dasselbe reicht gewöhnlich so weit, als die Kanten resp. die Flächen $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ gehen und wird dann von dem 1. Dodekaëder abgelöst, wie es Fig. 14 darstellt. Man erkennt dann auch bei genauerer Beobachtung, dass die Theile der Dodekaëderflächen, welche an der Ecke liegen, ebener und glänzender sind, als der Theil, welcher an das 1. Tetraëder grenzt. Ein anderes System feiner Streifen geht auf der Dodekaëderfläche parallel der kurzen Diagonale, also parallel der Combinationskante mit dem Tetrakishexaëder (Fig. 13). Es ist dies das schon oben erwähnte Tetrakishexaëder $(a:\frac{1}{3}a:\infty a)$, welches dadurch bestimmt ist, dass die Kante mit $\frac{1}{2}o$ parallel geht der Kante mit dem Dodekaëder und mit dem 1. Tetraëder, wie aus der Fig. 13 ersichtlich ist. Die 2. Stellung glaubte ich ihm schon deshalb geben zu müssen, weil die Flächen mehr entwickelt und ausgedehnt sind in der Richtung der 2. Stellung und weil auch ihre Kante von einer Form 2. Stellung gerade abgestumpft wird, nämlich von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{6}a) = \frac{1}{6}o$. Dieses neue Triakistetraëder habe ich bei den kleinen Krystallen von Ilanz auf-

gefunden. Ferner kommt noch bei Krystallen von Horbausen die Form $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{4}a)$ vor, welche auch Hessenberg von Kahl angiebt, und als fraglich noch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{5}a)$ von ebendaher.

Von Deltoiddodekaëdern kommt bei Horhausen $\frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)'$ als schmale Abstumpfung von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ vor.

Auf ein Hexaëder 2. Stellung scheint mir der Umstand hinzudeuten, dass die Streifen bei den Krystallen von Müsen nach der 2. Stellung hin verschwinden, ohne dass jedoch eine andere Streifung zum Vorschein kommt.

Unter den Hexakistetraëdern ist zunächst v zu verzeichnen, welches ich bei den Krystallen von Ilanz beobachtet habe, wo es durch die Zonen bestimmbar war. Fig. 13 zeigt, dass es zwischen $\frac{1}{3}d$ und $\frac{1}{2}o'$ liegt, ferner liegt es in der Zone, durch welche schon das Tetrakisbexaëder bekannt war, von d nach $\frac{1}{3}d$ nach $\frac{1}{2}o$, daraus folgt das Zeichen $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}:\frac{1}{5}a)'$. Flächen desselben Zonenverbandes giebt schon Franz Fötterle*) an als eine Beobachtung, welche Georg v. Sachsenheim aus Hermannstadt an einem Fahlerz vom Harz gemacht hatte. Hessenberg giebt noch eine Form von Kahl an mit dem Zeichen $\frac{1}{2}(a:\frac{5}{7}a:\frac{5}{12}a)'$, welche zwischen dem Dodekaëder und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ liegt.

Auf der beigegebenen Tabelle habe ich die Formen nach ihren Stellungen verzeichnet, ferner die Häufigkeit des Vorkommens, und bei den Formen, die ich selbst nicht beobachtet habe, ist der Autor angegeben.

---

2. Zwillingsbildung.

I. Gesetz.

Das herrschende Gesetz ist das gewöhnliche des regulären Systems, demzufolge die beiden Individuen eine Fläche $(a:a:a)$ gemein haben. Die Angaben über die Ausbildung der Zwillinge in den verschiedenen Handbüchern sind nicht genau dem natürlichen Vorkommen entsprechend, denn es sind nur die durcheinandergewachsenen Zwillinge angeführt, bei denen aus

---

*) Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, gesammelt und herausgegeben von W. Haidinger. Wien 1848. Bd. II., p. 430.

den drei Flächen eines Tetraëders drei Ecken des Zwillingsindividuums herausragen bei einer gemeinsamen Tetraëderfläche. Derartige Zwillinge sind nicht gerade die häufigsten, indem die Durchdringung selten vollständig stattfindet. Die aneinandergewachsenen Zwillinge hat man bis jetzt ganz übersehen.

Nach der Art der Ausbildung der Individuen muss man drei Arten von Zwillingen unterscheiden: aneinandergewachsene, ineinandergewachsene und durcheinandergewachsene.

a. Aneinandergewachsene Zwillinge.

Hier sind die beiden Fälle ausgebildet, dass die Zwillingsebene zugleich die Verwachsungsebene ist und dass die Verwachsungsebene auf der Zwillingsebene senkrecht steht.

1. Fall. Fig. 7. Auch hier herrscht dasselbe Gesetz wie bei Blende und Kupferkies, dass neben der 1. Stellung des einen Individuums die 2. der anderen zu liegen kommt. Diese Verwachsung ist sehr selten; ich habe sie nur bei Müsen beobachtet, wo das Dodekaëder vorherrschend entwickelt ist und neben der Kante des einen Individuums die Abstumpfungsfläche $\frac{1}{2}(a : a : a \frac{1}{2} a)$ des anderen zu liegen kommt.

Fig. 8 stellt zwei aneinandergewachsene Tetraëder dar, von denen das eine Individuum vorherrschend entwickelt ist, das andere dagegen sehr zurücktritt und eigentlich nur als Zwillingslamelle angewachsen ist. In der Art finden sich Zwillinge an verschiedenen Fundorten und sind dieselben daran leicht zu erkennen, dass das kleinere Individuum die Lage des eingeschriebenen Dreiecks der Tetraëderfläche des Hauptindividuums hat.

2. Fall. Fig. 5, 6, 9, 10; 5 und 9 in schiefer Projection und 6 und 10 auf der Zwillingsebene projicirt. Die Verwachsungsebene ist eine Fläche $(a : a : \frac{1}{2} a)$ und die Krystalle sind tetraëdrisch entwickelt. Hier giebt es zwei Möglichkeiten der Aneinanderlagerung: entweder liegen die beiden Dreiecke der in eine Ebene fallenden Tetraëderflächen so, dass sie sich mit den Spitzen berühren (Fig. 9, 10), oder so, dass sie sich mit einer Seite aneinanderlegen (Fig. 5, 6). Stellt man sich die beiden Tetraëder auf die Zwillingsebene, wodurch eine hexagonale Ordnung hervortritt, so stossen von der dreiflächigen Zuspitzung, welche die Dodekaëderflächen hervorrufen, ent-

weder die Kanten oder die Flächen zusammen, wie es sehr schön an Krystallen von der Grube Aurora bei Dillenburg zu beobachten ist. Die beiden, den Zwilling constituirenden Individuen haben eine gleiche Grösse und nähern sich einander immer so weit, dass die beiderseitigen Dodekaëderflächen noch einspringende Winkel bilden. Nie habe ich Krystalle gesehen, bei denen die beiden Individuen so weit genähert waren, dass sie die hexagonale Hauptaxe gemein hatten.

b. Ineinandergewachsene Zwillinge.

Dieselben stehen in der Mitte zwischen den aneinander- und durcheinandergewachsenen Zwillingen und sind bei weitem am häufigsten. Man kann sie auffassen als aneinandergewachsene, bei denen an ein mittleres Individuum I. an zwei Seiten ein Zwillingsindividuum II. und III. herantritt (Fig. 20). Diese Annahme findet in der Natur selbst ihre Bestätigung, indem mitunter die beiden Individuen II. und III. auch wirklich eine selbstständige Entwickelung haben, Fig. 3. Häufiger jedoch vereinigen sich diese beiden Individuen zu einem einzigen Krystall, aus dessen Flächen dann das Individuum I. mehr oder weniger herausragt (Fig. 1 u. 2). Solche Krystalle nähern sich wieder mehr den durcheinandergewachsenen, von denen sie sich dadurch unterscheiden, dass die Durchdringung keine vollständige ist. Bemerkenswerth ist hierbei der Umstand, dass an derjenigen Tetraëderfläche, aus welcher ein Zwillingsindividuum herausragt, eine Anhäufung von Flächen stattfindet. So sind bei den Krystallen von der Zilla bei Clausthal hier die Flächen der Triakistetraëder mächtig entwickelt und haben auch bisweilen das Tetraëder selbst ganz verdrängt. Nicht nur dies, sondern von den drei Flächen sind auch die beiden, deren Kante in der Richtung der Kante des Zwillingsindividuums liegt, in dieser Richtung sehr verlängert, die dritte Fläche dagegen ist schmal und verhältnissmässig verkümmert, Fig. 2 u. 3. An den Flächen, aus denen kein Zwillingsindividuum herausragt, ist das Tetraëder mehr vorherrschend und die Pyramidentetraëder zeigen eine normale Entwickelung. Dies ist ein ganz vorzügliches Mittel, um zu unterscheiden, ob bei Verwachsungen man es mit Zwillingen oder unregelmässigen Verwachsungen zu thun hat. Eine unregelmässige Verwachsung ruft, auch wenn sie sich der Zwil-

lingsbildung sehr nähert, nie eine Modification der Flächenausbildunghervor.

Bei den Krystallen von der Grube Aurora ist die Modification der Flächen eine etwas andere, indem sich hier die Dodekaëderflächen und besonders auch das Hexaëder stark ausdehnen; das eingewachsene Individuum, welches ganz tetraëdrisch entwickelt ist, erscheint hier gewissermaassen eingekeilt, was am meisten an die von mir gezeichneten Kupferkieskrystalle erinnert (s. diese Zeitschr. Bd. XX., Taf. XIV., Fig. 10).

Als Grund für diese eigenthümliche einseitige Entwickelung der Flächen kann man den auffassen, dass das Zwillingsindividuum eine Attraction auf die Moleküle ausgeübt hat. Nimmt man an, dass die Entwickelung der Tetraëderflächen an beiden Individuen dieselbe war, so haben sich vermöge dieser Attraction die neuen Moleküle zumeist an dem einspringenden Winkel abgelagert und waren gewissermaasen bestrebt, diesen verschwinden zu machen. Je länger nun Material zur Vergrösserung der Krystalle vorhanden war, desto mehr wurde dies auch erreicht. Das hervorragende Zwillingsindividuum wurde immer kleiner und kleiner, ja konnte auch zuletzt wieder ganz überwachsen werden. Der letztere Fall ist nicht häufig, man muss ihn aber bei den Krystallen annehmen, bei welchen eine tetraëdrische Seite die beschriebene Culmination der Flächen zeigt. Sehr häufig ist das Zwillingsindividuum so klein, dass man es kaum noch erkennen kann, bei aufmerksamer Beobachtung aber sieht man noch eine winzige Kante.

Für diese Anhäufung von Flächen an der Zwillingsgrenze, wenn ein Individuum aus dem anderen hervorragt, fehlt es nicht an Analogien im Mineralreich. Am meisten stimmen damit die durcheinandergewachsenen Hexaëder von Flussspath aus Cumberland. Hier setzen die Flächen eines flachen Tetrakishexaëders in Streifen auf dem herrschenden Hexaëder an den Stellen an, wo die Fläche von dem Zwillingsindividuum durchstossen ist, wie es auch SCACCHI*) angiebt. Auch hebt SCACCHI den Umstand besonders hervor, dass diejenigen Hexaëderflächen, aus

*) Diese Zeitschrift Bd. XV., S. 19: Ueber Polyëdrie der Krystallflächen, deutsche Uebersetzung von RAMMELSBERG.

denen keine Ecken herausragen, auch des Tetrakishexaëders entbehren. Der Unterschied von Fahlerz beruht hier darin, dass beim Flussspath durch die Zwillingsbildung sehr flache und sonst nicht vorhandene Formen hervorgerufen werden, während beim Fahlerz nur die gewöhnlichen Formen eine ausgedehnte Entwickelung haben. Ein weiterer Unterschied ist der, dass beim Fahlerz nur das herrschende Individuum modificirt wird, das andere nicht, während es beim Flussspath an beiden Individuen stattfindet. Wir haben es also nicht mit der echten Polyëdrie zu thun. Dies geht auch aus anderen Beispielen hervor; so führt er Analcim, Dioptas, Turmalin auf, bei denen gar keine Zwillingsbildung stattfindet. Das Hauptgewicht wird überhaupt bei der Polyëdrie auf die Veränderlichkeit der Winkel gewisser Flächen gelegt, und dies wird mitunter bedingt durch die Zwillingsbildung.

Andere Analogien bieten alle diejenigen Zwillingsbildungen, bei denen der einspringende Winkel durch Ausdehnung der Flächen an der Zwillingsgrenze überwachsen wird, so die Zwillinge der Hornblende, des Zinnsteins, des Rutils von Georgia, des Markasits etc.

c. Durcheinandergewachsene Zwillinge.

Dieselben erhält man, wenn man in der Fig. 20 noch das Individuum IV. hinzunimmt und die drei Individuen II., III., IV. zusammen sich in gleicher Grösse mit I. denkt, est ist dann die Durcheinanderwachsung zweier Tetraëder, wie sie in den meisten Handbüchern abgebildet ist. Eine derartige Durchwachsung ist jedoch sehr selten, meist hat man es mit Verwachsungen zu thun, die mehr an die Fig. 20 selbst erinnern, so bei Gersdorf.

d. Wiederholte Zwillingsbildung.

Hierher könnte man auch gewissermaassen die eben beschriebenen ineinander- und aneinandergewachsenen Zwillinge rechnen, wobei dann die Wiederholung mit paralleler Zwillingsebene stattfindet. Wiederholungen mit geneigter Zwillingsebene kommen in der Art vor, wie es Fig. 19 gezeichnet ist. An ein mittleres Individuum legen sich vier andere, so dass sämmtliche vier Tetraëderflächen des Hauptindividuums als Zwillingsebenen fungiren. Diese Wiederholung ist nicht gerade

häufig, sie findet sich hauptsächlich, wenn Fahlerzkrystalle auf einem Fünfling von Kupferkies (Fig. 18) regelmässig aufgewachsen sind, so am Mieseberge bei Harzgerode.

Häufig sind unregelmässige Wiederholungen, welche sich den regelmässigen sehr nähern; die regelmässigen selbst gehören nicht zu den häufigen Erscheinungen.

II. Gesetz.

Dieses Gesetz, demzufolge zwei Tetraëder mit senkrechten Kanten durcheinandergewachsen sind, findet man in den meisten Handbüchern angegeben, aber in den neueren fortgelassen, so bei der neuesten Ausgabe der Naumann'schen Mineralogie und bei Dana schon in der Ausgabe von 1868. Dies ist auch mit vollem Recht geschehen, denn derartige Zwillinge, wie sie beim Diamant vorkommen und wie sie G. vom Rath an der Wismuthblende beschrieben hat, habe ich am Fahlerz nie gesehen. Ein einziger Krystall von Schwatz in Tyrol, welcher sich in der Sammlung der Königl. Forstakademie zu Neustadt-Eberswalde befindet, deutet das Vorhandensein dieses Gesetzes an. Hier ist über ein Individuum eine Schale gelagert, welche um 90^{0} gedreht ist, das erkennt man daran, dass über der Dodekaëderkante die abgestumpfte Kante $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ der Schale zu liegen kommt.

3. Vergleichung mit Blende.

Zieht man zunächst nur die häufigeren Flächen in Betracht, so ergiebt sich zunächst folgender Unterschied der Hemiëdrie beider Mineralien. Beim Fahlerz beruht die Hemiëdrie im Wesentlichen auf einer verschiedenen Ausdehnung und Beschaffenheit der beiden Stellungen; bei der Blende dagegen tritt äusserlich der tetraëdrische Charakter mehr zurück, aber die Entwickelung der Formen ist in beiden Stellungen eine verschiedene. Der tetraëdrische Charakter des Fahlerzes ist besonders bedingt durch die starke Ausdehnung des 1. Tetraëders und des häufigen Triakistetraëders $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$. Dasselbe kommt aber auch in 2. Stellung vor, allerdings mit anderer Streifung. Ausserdem kommt noch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{4}a)$ in beiden Stellungen vor. Die vier anderen sind selten, und darauf, dass $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{3}a)$ und $\frac{1}{2}(a:a\frac{5}{9}a)$ bis jetzt nur in

1. Stellung beobachtet worden ist, $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{5}a)'$ und $\frac{1}{2}(a:a\,\frac{1}{6}a)'$ dagegen nur in 2. Stellung, scheint mir kein zu grosses Gewicht zu legen sein, da diese Flächen sehr selten sind. Keinesfalls würde man darin ein praktisches Mittel haben, die beiden Stellungen zu unterscheiden; als solches bewährt sich nur die verschiedene Streifung auf $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$.

Bei der Blende dagegen treten in beiden Stellungen verschiedene Tetrakistetraëder auf, gewissermaassen als Leitformen, so in 1. Stellung $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{3}a)$, in 2. Stellung dagegen $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$. Diese Formen habe ich nur in den beiden angegebenen Stellungen gesehen, und auch in der Literatur findet sich nur eine Ausnahme nach KLEIN*), welcher $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ bei Kapnick auch in 1. Stellung angiebt gesehen zu haben, und zwar mit derselben Streifung parallel der Dodekaëderkante, welche diese Form in 2. Stellung hat. Dies scheint mir auffallend und lässt mich vermuthen, dass die Fläche $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ durch Zwillingsbildung in die 1. Stellung gekommen ist, wie ich es vielfach beobachtet habe, besonders bei Krystallen von Stolberg. Auch das Triakistetraëder $\frac{1}{2}(a:a:\frac{2}{5}a)'$ tritt regelmässig nur in 2. Stellung auf, auch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{4}a)$ und $\frac{1}{2}(a:a:a)$ immer in 1. Auffallend ist noch der Umstand, dass die selteneren Triakistetraëder beim Fahlerz ganz andere sind, als bei der Blende, was sich dann auch bei den übrigen Formen wiederholt.

Von Deltoiddodekaëdern ist das $\frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)$ beim Fahlerz auch in beiden Stellungen vorhanden, und ist das 1. gestreift parallel der Kante mit dem 1. Tetraëder, das 2. dagegen glatt. Dieses Deltoiddodekaëder, welches die gerade Abstumpfung der Kante von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ bildet, fehlt bei der Blende, was wohl auch damit zusammenhängt, dass $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ selbst nur sehr schmal ist und die Flächen nicht in Kanten zusammenstossen. Die beiden Formen der Blende $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{2}a)$**) und $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{4}a:\frac{1}{3}a)$ fehlen dagegen wieder beim Fahlerz.

Hexakistetraëder sind bei beiden Mineralien nicht gerade häufig, beim Fahlerz aber etwas häufiger und zwar in beiden Stellungen; bei der Blende ist nur eine Form in 1. Stellung bekannt $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{4}a)$, welche beim Fahlerz fehlt. Auch das

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1871. p. 492.

**) Diese Form ist allerdings einmal von NAUMANN angegeben.

beim Fahlerz so häufige Tetrakishexaëder $1(a:\frac{1}{3}a:\infty a)$ fehlt bei der Blende, welche dagegen drei andere aufzuweisen hat mit $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$.

Dass das Hexaëder beim Fahlerz in beiden Stellungen vorkommt, ist nicht so bestimmt erwiesen wie bei der Blende, und was das Dodekaëder anbetrifft, so stimmt die Streifung auf der 1. Stellung bei beiden Mineralien überein, bei der 2. Stellung ist sie jedoch am Fahlerz anders und auch weniger deutlich ausgebildet als bei der Blende. Auch herrscht das Dodekaëder bei der Blende bedeutend mehr vor.

Auch in der Zwillingsbildung sind die beiden Mineralien verschieden, obgleich das Gesetz dasselbe ist. Die beim Fahlerz so häufigen Ineinanderwachsungen fehlen der Blende, welche sich wieder ihrerseits dadurch auszeichnet, dass eine sehr häufige Wiederholung mit parallelen Zwillingsebenen stattfindet.

4. Regelmässige Verwachsungen von Fahlerz und Blende.

Beide Mineralien kommen vielfach zusammen auf derselben Druse vor, aber eine regelmässige Verwachsung habe ich nur selten beobachtet und zwar am schönsten bei einer Druse von Kapnik, bei welcher die Blende in den gewöhnlichen, spinellartigen Zwillingen ausgebildet ist. An das eine Individuum ist nun ein Fahlerz so angewachsen, dass die beiderseitigen 1. Tetraëder zusammenfallen, also in vollkommen paralleler Verwachsung.

5. Vergleichung mit Kupferkies.

In der Ausbildung der Formen entspricht der Kupferkies sowohl dem Fahlerz, als auch der Blende. Es treten Formen auf, welche ganz den tetraëdrischen Habitus des Fahlerzes haben und dann auch dieselben ineinandergewachsenen Zwillinge. Bei diesen Zwillingen ist auch durch die Zwillingsbildung ein Individuum modificirt und zwar nur an der Zwillingsgrenze, wodurch hier die Formen 2. Ordnung zur Erscheinung kommen. Das 1. Tetraëder des Kupferkieses hat durch die Streifung grosse Aehnlichkeit mit dem des Fahlerzes, ebenso das 2. durch seine Glattheit, und ist hier nur der

Unterschied, dass dem Kupferkies das 2. Tetraëder nie fehlt, beim Fahlerz dagegen öfter.

Eine Vergleichung der Flächen selbst kann sich nur noch auf die Skalenoëder erstrecken, welche theils den Hexakistetraëdern entsprechen, wie $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$, welches immer in 1. Stellung erscheint, oder den Triakistetraëdern, wie $(a:\frac{1}{5}a:c)$, welches nur in 2. Stellung zu finden ist. Darin, dass diese beiden Formen zur Erkennung der Stellungen beitragen, liegt eine gewisse Aehnlichkeit mit der Blende. Auch in der Ausbildung hat ein grosser Theil der Kupferkieskrystalle grosse Aehnlichkeit mit der Blende, dies sind besonders diejenigen, bei denen die beiden Tetraëder mehr im Gleichgewicht die spinellartigen Zwillinge bilden, wobei auch wie bei der Blende vielfache Wiederholungen stattfinden. Diejenigen Krystalle, bei denen die Formen 2. Ordnung herrschen, kann man mit den dodekaëdrischen der Blende vergleichen. Hieraus ergiebt sich, dass beim Kupferkies gewissermaassen die Krystallgestalten der Blende und des Fahlerzes vereinigt sind, obgleich dieses Mineral einem anderen Krystallsystem angehört.

6. Regelmässige Verwachsungen mit Kupferkies.

Das Gesetz lautet: Die Hauptaxe des Kupferkieses fällt mit einer Axe des Fahlerzes zusammen oder geht ihr parallel, demzufolge fällt die gerade Endfläche mit einer Hexaëderfläche zusammen, die 2. Stellung des Kupferkieses hat die Lage der 1. Stellung des Fahlerzes. Wäre also der Kupferkies regulär, so müsste das 2. Tetraëder mit dem 1. Tetraëder des Fahlerzes in eine Ebene fallen; nun beträgt aber der halbe Tetraëderwinkel beim Kupferkies 35° 40′, beim Fahlerz dagegen 35° 15′ 52″, die Differenz ist mithin 24′ 8″, und der Winkel, welchen die beiden Flächen mit einander bilden, beträgt 179° 35′ 52″. Dieser Winkel weicht also nur sehr wenig von 180° ab und ist zu klein, um ihn deutlich erkennen zu können; man kann jedoch, wenn man die beiden Flächen einspiegeln lässt, noch ein doppeltes Spiegelbild wahrnehmen. Auch der Winkel, welchen die Flächen des 1. stumpferen Oktaëders mit dem Dodekaëder bilden, ist sehr gering und beträgt nur 26′. Die Verwachsung ist eine derartige, dass sie nach dem II. Zwil-

lingsgesetz stattfindet. Will man dies aber nicht als Zwillingsbildung auffassen, so muss man annehmen, dass das 1. Tetraëder beim Kupferkies dem 2. Tetraëder des Fahlerzes entspricht. Allein dies scheint mir nicht thunlich, da aus der obigen Vergleichung der Formen sich ergeben hat, dass das 1. Tetraëder des Kupferkieses und Fahlerzes grosse Aehnlichkeit hat, ebenso auch das 2. Es ist also hier das eigenthümliche Verhalten, dass das Gesetz, welches bei beiden Mineralien so selten ist, dass man fast seine Existenz bezweifeln könnte, zur Erscheinung kommt, wenn die beiden Mineralien untereinander verwachsen.

Es giebt verschiedene Arten von Verwachsungen: entweder sind die beiden Mineralien aneinandergewachsen oder das eine Mineral ist auf das andere aufgewachsen.

1. Aneinandergewachsene Krystalle.

Dies habe ich sehr schön beobachtet an einem Stück vom Meiseberg bei Harzgerode, welches aus der ZINKEN'schen Sammlung stammt (Fig. 15). Hier kann man deutlich ein Einspiegeln des für sich allein ausgebildeten Fahlerztetraëders mit dem 2. Tetraëder des Kupferkieses wahrnehmen; die Verwachsungsfläche ist auch eine Tetraëderfläche. Eine mehrfache Wiederholung dieser Verwachsung kommt bei Baigori in Navarra vor (Fig. 16), wo eine ganze Anzahl von Individuen einspiegeln und auch Fahlerz wieder auf Kupferkies aufgewachsen ist (vergl. den speciellen Theil).

2. Kupferkies aufgewachsen auf Fahlerz.

Dies ist der häufigste Fall. Es bildet dann der Kupferkies Ueberzüge über den Fahlerzkrystallen und zwar derartig, dass die kleinen Kupferkieskrystalle, bei denen hauptsächlich die Flächen 2. Ordnung entwickelt sind, so liegen, dass ihre Hauptaxe immer einer der Fahlerzaxen parallel geht, und zwar meist derjenigen, welche durch die zunächstliegende Tetraëderkante geht. Die Tetraëderflächen des Kupferkieses fallen dann nicht genau in eine Ebene, sondern bilden eine ganz flache Ecke, so dass sie bei der ersten Betrachtung noch sämmtlich einspiegeln, man bei genauer Forschung aber noch wahrnehmen kann, dass sie nicht absolut einspiegeln. Diese

Art der Verwachsung kommt besonders schön bei den Krystallen von der Zilla bei Clausthal vor (Fig. 17).

3. Fahlerz auf Kupferkies.

Dies wird zuerst von Rammelsberg*) hervorgehoben vom Meiseberg bei Harzgerode (Fig. 18). Auf Fünflingen des Kupferkieses sitzen zunächst an den Ecken die Fahlerzkrystalle, welche theilweise in den Kupferkies gewissermaassen eingedrückt sind; aus den Flächen des Kupferkieses ragt dann eine ganze Anzahl von Parallelindividuen heraus. Die Fahlerzkrystalle bekommen dadurch gegeneinander eine Zwillingsstellung, wie sie das Schema Fig. 19 darstellt.

Mitunter umgeben auch Fahlerzkrystalle einen Kupferkieskrystall, so dass sie gewissermaassen um denselben eine Hülle bilden; dies zeigt Fig. 11 an einem Stück von Schemnitz in Ungarn. Damit hängt das Vorkommen zusammen, wo im Fahlerz Kupferkies regelmässig eingewachsen ist, so dass dann die Fahlerzkrystalle einen Kern von Kupferkies haben.

II. Specieller Theil.

Die zwei am wesentlichsten unterschiedenen Arten der Ausbildung sind die, bei denen die Formen 1. Stellung herrschen, und die, bei denen die 2. Stellung ausschliesslich entwickelt ist.

a. Krystalle, bei denen nur das Tetraëder 1. Stellung auftritt, das 2. Stellung fehlt.

1. Kapnik.

Die einfachsten Krystalle stellen das 1. Tetraëder allein entwickelt dar, welches in der gewöhnlichen Weise nach den Tetraëderkanten gestreift ist. Hierzu tritt dann noch $\frac{1}{2}$ $(a : a : \frac{1}{2} a)$ in demselben Sinne gestreift und das Dodekaëder. Letzteres

*) Zinken und Rammelsberg, Beiträge zur Kenntniss von Mineralien des Harzes, VII. Fahlerz, Poggend. Ann. Bd. LXXVII., p. 250.

ist an und für sich glänzend und zeigt keinerlei Streifung; auch die Hexaëderflächen kommen, wenn auch selten, zur Erscheinung und sind dann in der Weise gestreift, wie es dem 1. Würfel zukommt. Diese Krystalle haben am meisten Neigung zur Bildung des 1. Tetraëders, dessen Fortbildung dann durch Schalen erfolgte, was man bei zerbrochenen Krystallen deutlich beobachten kann. Die Schalen reichten aber vielfach nicht bis zu den Ecken des Tetraëders und es kamen dann die Dodekaëderflächen zur Ausbildung, welche aber wieder von neuen Schalen theilweise bedeckt wurden, was sich vielfach wiederholte und zur Folge hatte, dass die Dodekaëderflächen meist dreieckige Eindrücke zeigen, welche ich genauer bei den Krystallen vom Stahlberge bei Müsen beschreiben werde. Mit jeder neuen tetraëdrischen Schale kamen auch neue Dodekaëderflächen zur Entwickelung, so dass an den tetraëdrischen Ecken lauter kleine Dodekaëderecken sichtbar werden, deren Spitzen nahezu in eine Ebene fallen, welche der Fläche des 2. Tetraëders entspricht. Auf diese Weise erklärt sich hier das Vorkommen des 2. Tetraëders, welches immer auffallend matt ist, nur als eine componirte Fläche; die Fläche selbst habe ich nie beobachtet. Auch ist diese Scheinfläche häufig an den drei Kanten von Leisten begrenzt, indem die 1. Formen sich etwas über das Niveau der Scheinfläche ausgedehnt haben und diese gewissermaassen eingedrückt erscheint.

Die Krystalle kommen häufig in Zwillingsbildung vor und zwar in der Art nach dem I. Gesetz, dass in ein herrschendes Individuum ein kleineres eingewachsen ist, welches dann als Rippe aus einer Fläche des Hauptindividuums herausragt. Dadurch wird dieselbe in der Art modificirt, dass $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ stärker ausgebildet ist und ebenso das Dodekaëder und Hexaëder, während diese Flächen bei den übrigen Tetraëderflächen sehr zurücktreten. Durch unregelmässige Verwachsungen, welche hier sehr häufig sind, wird nie eine Modification der Flächen hervorgerufen.

Der häufigste Begleiter des Fahlerzes ist braune und gelbe Blende, mit welcher es auch mitunter in paralleler Stellung verwachsen ist. Das deutlichste Beispiel dieser Verwachsung ist ein spinellartiger Zwilling der Blende. Das eine Individuum derselben zeigt vorherrschend das 2. Tetraëder entwickelt und an einer Fläche des 1. Tetraëders liegt ein Fahlerz-

tetraëder, dessen Flächen deutlich einspiegeln. Der Fahlerzkrystall ist theilweise in die Blende eingewachsen.

Seltener kommt das Fahlerz zusammen mit der grünen Blende vor, dagegen noch häufig mit Eisenkies, welcher mitunter auch Eindrücke auf den Flächen des Fahlerzes hervorruft.

Das Vorkommen von Altwoschitz in Böhmen schliesst sich diesem genau an.

2. Baigori in Navarra.

Die Fahlerzkrystalle ähneln sehr denen von Kapnik, indem hier eine Scheinfläche in der Lage des 2. Tetraëders auftritt, welche von Dodekaëderflächen herrührt; nahe den Dodekaëderflächen tritt dann auch das 1. Tetraëder und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ auf. Hier kommen regelmässige Verwachsungen nach Fig. 12 vor, wo man deutlich das Einspiegeln von o des Fahlerzes mit s^1 des Kupferkieses sehen kann, da der Kupferkies auch tetraëdrisch entwickelt ist mit vorherrschendem 1. Tetraëder.

Die Fig. 16 stellt eine Krystallgruppe dar, projicirt auf die Fläche $[o^1]$ des herrschenden Fahlerzkrystalles, die (o) Fläche desselben ist die Zwillingsebene für die beiden andern Krystalle, bei denen die Zwillingsebenen auch eingeklammert sind. Diese Gruppe ist besonders interessant wegen der regelmässigen Verwachsung mit Kupferkies, welche nach dem oben angegebenen Gesetz stattfindet. Der Kupferkies von der oben beschriebenen Form tritt auf der linken Seite in den gewöhnlichen spinellartigen Zwillingen auf. Zur Verdeutlichung habe ich die Flächen des Kupferkieses und Fahlerzes, welche eine parallele Lage haben, in eckige Klammern gesetzt. Für die Verwandtschaft der beiden Mineralien scheint mir hier der Umstand zu sprechen, dass der kleine Fahlerzkrystall rechts oben zu dem Hauptindividuum in Zwillingsstellung sich befindet und der dazwischen liegende Kupferkies gewissermaassen die Verbindung bewirkt, denn die beiden Fahlerzkrystalle berühren sich selbst nicht. Daraus folgt wieder, dass auch die Kupferkiese auf der rechten Seite der Zeichnung mit den beiden kleinen Fahlerzen zwillingsartig verwachsen sind und zwar nach dem I. Gesetz in der Weise, dass die Flächen, welche die Zwillingsebene bilden, bei den Mineralien gleicher Stellung sind. Dies kommt

sonst nie vor, und ist hier die Folge davon, dass das I. und II. Gesetz combinirt ist. Sollte bei Blende, Kupferkies oder Fahlerz einmal etwas Aehnliches beobachtet werden, so lehrt also dieser Fall, dass man dann zusehen muss, ob dies nicht auch eine Combination beider Gesetze ist. Dass dies bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist, erklärt sich somit auch sehr einfach daraus, dass das II. Gesetz bei Blende nicht vorkommt, beim Kupferkies fraglich ist und beim Fahlerz nur eine grosse Seltenheit. Dieser Fall steht somit auch nicht im Widerspruch zu dem von mir aufgestellten Gesetz der tetraëdrischen Zwillingsbildung.

Diese interessante Gruppe zeigt, dass hier die beiden Mineralien gleichzeitig gebildet sind, indem Kupferkies von Fahlerz umgeben ist und umgekehrt. Die Gangmasse ist Eisenspath, welcher auch in Krystallen von der Form des 1. stumpferen Rhomboëders auftritt.

3. Meiseberg bei Harzgerode. Fig. 8, 15, 18 u. 20.

Die Form der Krystalle ist sehr einfach, entweder das 1. Tetraëder allein oder in Combination mit dem $\frac{1}{2}(a : a : \frac{1}{2} a)$, wozu mitunter das 1. Hexaëder tritt, seltener das Dodekaëder. Die Krystalle erreichen häufig eine bedeutende Grösse; so befindet sich im Berliner Museum ein Krystall, dessen Tetraëderkante $5\frac{1}{2}$ Decimeter misst. Auch diese Krystalle haben wegen ihrer Bildungsart ein gewisses Interesse. Sie haben eine schalenförmige Bildung wie die von Kapnik, nur mit dem Unterschiede, dass gar keine Neigung zur Bildung des Dodekaëders vorhanden war, so dass eine auf einer Tetraëderfläche abgesetzte Schale bei unzureichender Masse von den beiden angrenzenden Tetraëderflächen begrenzt ist, wodurch auf den Tetraëderflächen selbst dreieckige Hohlräume entstehen, welche sämmtlich von tetraëdrischen Flächen begrenzt sind. Durch Zusammentreffen mehrerer Hohlräume tritt diese Regelmässigkeit auf den ersten Blick zurück, aber bei genauerer Untersuchung ist sie immer erkennbar. Die Art der Anlagerung der Moleküle ist also eine etwas andere, als bei den Krystallen von Kapnik, welche Vertiefungen in Folge von Mangel an Masse nur auf dem Dodekaëder zeigen und wo gewissermaassen die Attraction nach den Ecken hin eine geringere war. Diese Art der Bildung tritt auch deutlich bei solchen Krystallen

auf, welche durch irgend eine Flüssigkeit stark geätzt worden sind. Derartige Krystalle lassen dann die Tetraëderform nur noch in ganz groben Umrissen erkennen, zugleich aber sieht man, dass sie aus lauter parallel gelagerten Tetraëdern bestehen.

Die Krystalle zeigen mitunter die Zwillingsbildung nach Fig. 8, wobei eine vielfache Wiederholung der beiden Individuen in beiden Lagen stattfindet. Auch ineinandergewachsene Zwillinge mit der charakteristischen Modification, die denen von Kapnik sehr ähneln, fehlen nicht.

Häufiger als die Zwillingsbildungen sind unregelmässige Verwachsungen.

Besonders interessant sind hier die regelmässigen Verwachsungen mit Kupferkies, die ich schon im allgemeinen Theil erörtert habe. Fig. 15 stellt zwei aneinandergewachsene Krystalle dar, welche deutlich die schon beschriebenen Beziehungen der beiden Tetraëder zeigen. Der Fahlerzkrystall ist etwas bunt angelaufen und theilweise noch mit Kupferkiesplättchen bedeckt, welche im Allgemeinen nach den drei Tetraëderkanten angeordnet sind. Bei dem Kupferkies ist das 2. Tetraëder vollkommen glattflächig, das 1. dagegen gestreift, so dass man über die Stellungen gar nicht im Zweifel sein kann.

Fig. 18 zeigt einen der gewöhnlichen Fünflinge des Kupferkieses, bei welchem auf jeder Ecke ein Fahlerzkrystall aufsitzt. Dieselben sind in der Natur theils in den Ecken gewissermaassen eingedrückt, theils ragen sie aus den Flächen des Fünflings hervor, und alle diese Hervorragungen sind einem der fünf Tetraëder parallel, welche die gegenseitige Lage von Fig. 19 haben.

Die Fahlerzkrystalle ragen nie tief in den Kupferkies hinein, dagegen befinden sich in demselben feine Adern von Fahlerz. Hier scheint der Kupferkies der Hauptmasse nach älter als das Fahlerz zu sein; dass er aber auch jünger sein kann, beweist der Umstand, dass die Fahlerzkrystalle vielfach mit einer ganz dünnen Kruste von Kupferkies bedeckt sind; diese dünne Schicht findet sich auch in den Höhlungen der Krystalle. Wir werden eine Analogie, und zwar in besserer Entwickelung, nachher bei den Krystallen von der Zilla kennen lernen.

Die grossen, gewissermaassen durchlöcherten Krystalle

haben auch häufig einen dünnen Ueberzug von Kupferkies, welcher sich auch in die inneren Höhlungen fortsetzt, auch auf den unregelmässigen Bruchflächen zu sehen ist und dem Mineral ein eigenthümliches sammetartiges Aussehen giebt. Die gewöhnlichen Begleiter sind Eisenspath, Bleiglanz und Quarz.

4. Zilla bei Clausthal. Fig. 1—3, 17.

Neben dem Tetraëder treten noch Triakistetraëder auf, von denen das häufigste $(a : a : \frac{1}{2} a)$ ist, ferner ein stumpferes und ein flacheres, von welchem sich aber die Zeichen nicht bestimmen liessen. Das steilere Triakistetraëder tritt nur neben einem Zwillingsindividuum auf. Auch das Hexaëder tritt mitunter auf und das Dodekaëder zeigt meist nur sehr kleine Flächen. Die Krystalle sind nie frisch, sondern mit einer Kupferkieskruste bedeckt, welche sich abheben lässt und unter welcher der Krystall ein glänzendes Aussehen hat. Bei starkem Sonnenlicht spiegeln dann aber noch ganze Theile einer Fläche, die Streifen treten stark auf den Tetraëderflächen und dem Hexaëder hervor und ausserdem noch dreieckige Eindrücke. Interessant ist die Streifung auf dem Dodekaëder, welche hier durch die natürliche Aetzung zum Vorschein gekommen ist und welche der kurzen Diagonale parallel geht, wodurch diesem Dodekaëder die 2. Stellung angewiesen ist. Die meisten Krystalle zeigen Zwillingsbildung und zwar immer die schon oben beschriebenen ineinandergewachsenen; jedoch ist ihre Ausbildung eine sehr verschiedene:

1) Das mittlere Individuum $\underline{o}$ ist vorherrschend ausgebildet und zu beiden Seiten tritt das weniger ausgebildete *o* heran, wie es bei einfacher tetraëdrischer Entwickelung Fig. 1 zeigt. Die natürliche Ausbildung ist insofern etwas abweichend, dass die beiden kleineren Individuen sich mehr selbstständig zeigen nach Fig. 3, während sie Fig. 1 als ein Individuum darstellt. Derartige Krystalle sind mit der Tetraëderfläche aufgewachsen, welche die Zwillingsebene bildet.

2) Das mittlere Individuum wird mehr überwachsen, erscheint als Leiste und die drei Tetraëderecken der drei Individuen sind noch entwickelt, Fig. 3. Auch diese Zwillinge bewahren den Charakter von drei aneinandergewachsenen. Derartige Verwachsungen sind meist an den drei zusammenstossen-

den Tetraëderecken aufgewachsen und die Tetraëderfläche, welche die Zwillingsebene bildet, ist stark entwickelt mit nur kleinen Flächen der Triakistetraëder.

3) Hier ist das mittlere Individuum noch kleiner und ragt nur als eine Rippe aus den beiden Individuen hervor, welche dann den Charakter eines einzigen Individuums annehmen, Fig. 2. Die Krystalle sind in derselben Weise wie die vorhergehenden aufgewachsen.

4) Die Zwillingsbildung wiederholt sich derartig, dass drei solche kleine Rippen aus einer Fläche hervorragen, welche gegen die drei Tetraëderkanten senkrecht stehen, so dass also an dem herrschenden Individuum die drei anderen Tetraëderflächen sämmtlich Zwillingsebenen sind (Fig. 14).

5) Die Zwillingsbildung wiederholt sich derartig, dass an einem Individuum an zwei Tetraëderflächen Zwillingsrippen hervorragen, die zwei verschiedenen Zwillingsindividuen angehören.

Die Krystalle sind sämmtlich mit Kupferkies bedeckt. Die Kupferkieskrystalle waren an einem Krystall noch gerade so gross entwickelt, dass ich ihre Form genau bestimmen konnte, Fig. 17. Die beiden Oktaëder 2. Ordnung sind vorherrschend entwickelt, und zwar am meisten das 1. schärfere, welches sich als ein 2. durch die horizontale Streifung kennzeichnet; ebenso fasse ich die gerade Endfläche, da sie glatt ist, als der 2. Stellung zugehörig auf. Von den beiden Tetraëdern ist wie immer das 2. glänzender. Diese Individuen sind in der Art aufgewachsen, wie ich es im allgemeinen Theil angegeben habe. Die Lage der Kupferkieskrystalle wird durch die Flächen, auf denen sie aufsitzen, nicht modificirt. Die Krystalle sitzen auch nicht in den verschiedenen Lagen gleichmässig auf, es herrscht häufig eine Lage, was man an dem Reflex der Krystalle erkennt.

Die Ausbildung der Kupferkieskrystalle ist auch eine verschiedene, wie ich es auf der Figur wiederzugeben versucht habe. Sehr häufig sind die Krystalle in der Richtung der Tetraëderkante, nach welcher sie orientirt sind, vorherrschend entwickelt und in die Länge gezogen, so dass sie ein leistenartiges Aussehen erhalten. Diese Leisten erscheinen dann vielfach gezähnt, wenn sie sich in derselben Richtung parallel aneinanderlegen. Eine leistenförmige Entwickelung ist beson-

ders an den Kanten des Fahlerzes zu beobachten, dehnt sich aber mitunter auch über den ganzen Krystall aus. Bei der normalen Ausbildung der Kupferkieskrystalle sind dieselben gewöhnlich sehr klein und lassen nur mit Mühe unter dem Mikroskop ihre Form erkennen. Sie bilden eine zusammenhängende Membran, welche sich leicht abheben lässt.

Unter der Decke erscheint dann eine schwarze, erdige Masse, welche nach Volger Kupferglanz ist, und unter dieser erscheint das Fahlerz geätzt. Die Flächen haben einen eigenthümlichen seidenartigen Glanz und zeigen in den meisten Fällen unregelmässige Vertiefungen, wie man sie auch durch künstliche Aetzung erhält. Nur in einem Falle, den ich schon oben beschrieben habe, konnte ich regelmässige Streifung erkennen.

Dieses Vorkommen ist zuerst einer genaueren Untersuchung von Volger unterworfen worden (Poggend. Ann., Bd. XIV., p. 25: Ueber die Pseudomorphosen des Fahlerzes), welcher auch die älteren Werke citirt, in welchen dasselbe schon erwähnt ist. Die Fahlerzkrystalle sitzen auf Eisenspath auf und sind begleitet von Eisenbraunspath, Bitterspath, Schwerspath, Bergkrystall, Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Bournonit, Kupferlasur, Malachit und Brauneisen, welche ihrer Bildung nach in drei Perioden gehören: 1) Bildung des Ganggesteines mit dem Fahlerz, Blende und Bleiglanz, 2) Kupferkies, und 3) Bitterspath, Malachit. In Bezug auf die Stellung des Kupferkieses zum Fahlerz giebt er an, dass die Hauptaxe der Kupferkieskrystalle auf der Tetraëderfläche des Fahlerzes senkrecht steht, also die gerade Endfläche mit der Tetraëderfläche parallel ist. Diese Deutung lässt sich mit der von mir gegebenen nur in der Art vereinigen, dass man annimmt, die Fläche, welche Volger für die gerade Endfläche des Kupferkieses gehalten hat, ist die Fläche des 2. Tetraëders, eine Verwechselung, die bei der grossen Kleinheit der Individuen sehr leicht möglich ist. Auch hat ihm wahrscheinlich kein Krystall mit so deutlich ausgebildeten Kupferkieskrystallen vorgelegen, wie er sich im hiesigen Museum befindet. Für meine Deutung spricht noch der Umstand, dass sich dieselbe Verwachsung so häufig an anderen Fundorten wiederholt, dass ich sie als Gesetz auffassen konnte. In Bezug auf den Fahlerzkern stimmen seine Angaben mit meinen Beobachtungen vollkommen über-

ein; auch habe ich Fahlerzkrystalle gesehen, welche unter der Kupferkieshülle ganz verstümmelt sind und die er passend mit einem ausgebrannten Räucherkerzchen vergleicht. Einen Punkt möchte ich noch hervorheben, der ein besonderes Interesse hat; nämlich auf einer polirten Schnittfläche war im Inneren des Fahlerzes deutlich Kupferkies zu erkennen, welcher auf der nicht polirten Bruchfläche nicht zur Erscheinung kam.*) Volger fasst nun diese Krystalle als Pseudomorphosen von Kupferkies nach Fahlerz auf und stellt sich dieselben in folgender Weise vor. Das Fahlerz hat sich zunächst in Kupferglanz verwandelt und daraus besteht die weiche, dünne Schicht zwischen dem Fahlerzkern und dem Kupferkies, dieser Kupferglanz verwandelte sich in Buntkupfererz und dieses alsbald wieder in Kupferkies. Volger bringt hier mit in Betracht die wirklichen Pseudomorphosen von Kupferglanz, wie sie sich in Cornwall finden. Der Kupferglanz ist zunächst in Buntkupfererz und dieses wieder in Kupferkies verändert. Als eine besondere Stütze für seine Ansicht führt er den Umstand an, dass die anderen begleitenden Mineralien nie von Kupferkies bedeckt sind. Dies ist jedoch nicht immer der Fall. Im Museum befinden sich zwei Stücke, welche deutlich den Kupferkies auch auf der Blende zeigen, und zwar die Kupferkiesindividuen in paralleler Stellung zu der Blende, so dass die Flächen des 1. stumpferen Oktaëders mit dem Dodekaëder einspiegeln. Leider war ich nicht im Stande, zu ermitteln, wie die beiden Stellungen zu einander angeordnet sind. Die Flächen der Blende unter dem Kupferkies sind noch glänzend, so dass man das Einspiegeln deutlich wahrnehmen kann. Dasselbe giebt auch Braun**) an, und nicht nur von der Blende, sondern auch vom Bleiglanz.

Dies hat mich darin bestärkt, von der Volger'schen Erklärung abzuweichen und anzunehmen, dass es nur ein Ueberzug ist mit regelmässiger Verwachsung. Dasselbe ist auch bestätigt durch andere Vorkommnisse, so durch den schon be-

---

*) Zinken und Rammelsberg, Poggend. Annal. Bd. LXXVII., p. 236: Beiträge zur Kenntniss von Mineralien des Harzes No. VII., haben dieselbe Beobachtung auf den Bruchflächen selbst gemacht. Der Kupferkies liegt nach ihren Angaben regelmässig auch im Fahlerz, wie ich es selbst bei Krystallen von Müsen beobachtet habe.

**) Vergl. Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1853. p. 180.

schriebenen Fahlerzkrystall vom Meiseberg bei Harzgerode, welcher auch mit Kupferkies bedeckt, sonst nur etwas bunt angelaufen und an dem sonst keine Spur von Veränderung wahrnehmbar ist.

Meine Erklärung ist folgende: das Fahlerz ist an der Oberfläche in Kupferglanz umgeändert und dann mit Kupferkieskrystallen bedeckt worden. Dafür spricht mir auch der Umstand noch, dass gerade der Krystall, auf dem die grössten Kupferkiese aufsitzen, noch wenig abgerundete Kanten hat, sich also nur wenig Fahlerzmasse verändert haben kann und diese dann keinesfalls allein zur Bildung des Kupferkieses ausgereicht hätte. Nachdem sich der Ueberzug gebildet hatte, konnte auch noch eine Veränderung mit dem Fahlerzkern vorgehen, und so ist der Umstand erklärt, dass der Fahlerzkern häufig abgerundete Kanten zeigt, während die Kupferkiesbedeckung die Kante des Fahlerzes scharf wiedergiebt. Wenn sich der Kupferglanz in Buntkupfererz zuerst umänderte, so ist es doch wunderbar, dass man nie Buntkupfererz selbst gesehen hat. SANDBERGER*) hält mit VOLGER alle diejenigen Ueberzüge für Pseudomorphosen, bei denen der Fahlerzkern darunter geätzt erscheint; wenn dies nicht der Fall ist, so hält er es auch für Ueberzüge.

In der Sammlung befinden sich noch Fahlerze mit der Etiquette Clausthal, welche bei derselben Entwickelung keinen Kupferkiesüberzug haben, wie solche von Andreasberg.

5. Liskeard in Cornwall.

Die Krystalle haben in der Entwickelung eine grosse Aehnlichkeit mit den vorhergehenden und sind auch mit Kupferkies überzogen. Das Fahlerz an und für sich unterscheidet sich dadurch, dass durchaus keine Zwillinge auftreten. An dem Ueberzuge sind die Krystalle nicht so deutlich ausgebildet, spiegeln aber prachtvoll ein, so dass die Fahlerzform stets scharf hervortritt. Unter dem Ueberzuge, welcher sich ablösen lässt, haben die Fahlerzkrystalle dasselbe Ansehen wie die von der Zilla, und auch das schwarze Pulver von Kupfer-

---

*) Neues Jahrb. f. Mineral. etc. 1869: Untersuchungen über den Wenzelgang bei Wolfach im badischen Schwarzwalde, p. 290.

glanz findet sich vor. Ein etwas anderes Verhalten haben kürzlich erworbene Krystalle desselben Fundortes. Dieselben zeigen die Form des Fahlerzes weniger scharf und sind ausgezeichnet durch die prachtvollen Farben in Folge des bunt angelaufenen Kupferkieses. Derselbe bildet hier aber nur eine ganz dünne Schicht, darunter liegt eine viel dickere Schicht, als sie bei der Zilla überhaupt auftritt; diese besteht aus Eisenkies, welcher auch sonst noch in traubigen Massen vorhanden ist, und zwischen dem Eisenkies und Fahlerz ist wieder deutlich eine dünne Schicht bunt angelaufenen Kupferkieses zu unterscheiden. Die Fahlerzkrystalle selbst haben häufig einen Kern von Kupferkies. Zusammen mit Fahlerz kommt Bleiglanz vor, welcher theilweise denselben Ueberzug hat. Dieser Ueberzug löst sich nicht von dem Fahlerz ab, sondern sizt fest auf demselben.

Dasselbe ist der Fall bei einem Stück von West Crinnis bei St. Austle. Hier liegt auf den Fahlerzkrystallen eine Schicht von krystallinischem Kupferkies, welcher an der Oberfläche schwarz angelaufen und in Kupferpecherz verwandelt ist. Die Fahlerzkrystalle sind noch erkennbar, aber die Kanten nur wenig deutlich ausgeprägt. Dies ist unzweifelhaft als eine Pseudomorphose zu betrachten und unterscheidet sich wesentlich von den sonstigen Ueberzügen mit Kupferkies dadurch, dass hier der Kupferkies nicht in deutlich auskrystallisirten Individuen ausgebildet ist.

6. Obersachsen bei Ilanz. Fig. 13.

Diese Krystalle sind von G. Rose in Poggendorff's Annalen, Bd. XII., p. 489 beschrieben, und habe ich hier nur noch zwei Flächen nachzutragen, welche als schmale Abstumpfungen in der 2. Stellung auftreten, nämlich $\frac{1}{2}(a:a\frac{1}{6}a)'$ und $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{5}a)'$, über deren Zonenverband ich schon im allgemeinen Theil gesprochen habe.

7. Grube Aurora bei Dillenburg. Fig. 4—6, 9, 10.

Die Krystalle zeigen dieselben Flächen wie die von Ilanz, nur sind die beiden Hexakistetraëder sehr selten. Es herrscht auch hier am meisten das 1. Tetraëder vor, welches immer gestreift ist und zwar häufig in doppeltem Sinne, indem zu

der gewöhnlichen Streifung noch diejenige hinzutritt, welche der Kante mit dem Dodekaëder entspricht und auf ein Deltaëder hindeutet. Besonders interessant ist hier das Dodekaëder, welches in 1. und 2. Stellung auftritt, was sich in der doppelten Streifung äussert, wie sie im allgemeinen Theil beschrieben ist. Die Kanten sind durch die schmalen Flächen $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ abgestumpft, welche hier meist matt und parallel den Kanten mit dem Dodekaëder gestreift sind. Bei den Krystallen, welche nicht mehr ganz frisch sind, sind die Hexaëder, Tetrakishexaëder, Dodekaëder und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ matt, das 1. Tetraëder aber und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ noch glänzend. Dasselbe erreichte ich auch durch Aetzung mit Königswasser, indem ich die Krystalle einige Minuten in demselben erhitzte. Dabei liefen zuerst die gewöhnlich matten Flächen bunt an, später auch die glänzenden, und bei längerer Einwirkung wurden zuerst die ersteren wieder matt, dann die letzteren. Regelmässige Aetzfiguren wurden jedoch nicht sichtbar und die Krystalle hatten das Aussehen des Fahlerzes von der Zilla, nach Abhebung der Kupferkiesdecke. Meine Vermuthung, dass durch die Aetzung zuerst Formen 2. Stellung angegriffen würden, hat sich nicht bestätigt, so dass die Aetzung kein Mittel darbietet, die beiden Stellungen zu unterscheiden.

Das Tetrakishexaëder ist bei den ganz frischen Krystallen glänzend und zeigt keinerlei regelmässige Zeichnung.

Eine eigenthümliche Ausbildung erhalten die Individuen durch die Zwillingsbildung, wenn dieselben ineinandergewachsen sind. Diese Zwillinge haben die grösste Aehnlichkeit mit denen des Kupferkieses (Bd. XX., Taf. XIV., Fig. 10). Auch hier ist das eine Individuum tetraëdrisch entwickelt und die Formen 2. Stellung treten ganz zurück, bei dem anderen dagegen wird das 1. Tetraëder an den Zwillingsgrenzen verdrängt. In ähnlicher Weise, wie beim Kupferkies dabei die Formen 2. Ordnung hauptsächlich zur Geltung kommen, erscheinen hier die Dodekaëderflächen gross und ebenso die an der Zwillingsgrenze liegende Hexaëderfläche. Die Tetraëderfläche dagegen, welche der Zwillingsgrenze entspricht, ist wieder stark entwickelt. Dies Verhalten ist so gesetzmässig, dass man immer bei starker Entwickelung einer Hexaëderfläche des Dodekaëders und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ annehmen kann, dass hier auch ein Individuum zwillingsartig eingewachsen ist.

Aehnlich wie bei der Zilla tritt mitunter das tetraëdrische Individuum nur als Rippe hervor, und dies ist dann der Fall, wenn $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ des herrschenden Individuums stark entwickelt ist und bis an das zwillingsartig eingewachsene herantritt, wobei die beiden Flächen, welche an die Zwillingsrippe grenzen, sehr stark ausgedehnt sind und die dritte nur ganz untergeordnet zur Erscheinung kommt. Diese Zwillinge sind wieder in eigenthümlicher Weise aneinandergewachsen (Fig. 4). Drei solcher Zwillinge haben eine Tetraëderfläche (bei der Figur die Projectionsebene) gemein und diese drei Verwachsungsebenen sind die drei Flächen $\frac{1}{2}o$. Die beiden herrschenden Flächen von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}o)$ dehnen sich nun bis zu diesen Zwillingsebenen aus, wo sie unter einspringenden Winkeln zusammenstossen. Die drei Individuen stehen also vollkommen parallel, ihre Verwachsung bekommt aber dadurch ein sehr symmetrisches Aussehen, dass bei jedem der drei Individuen aus einer anderen Kante des Triakistetraëders eine Zwillingsrippe heraustritt.

Die aneinandergewachsenen Zwillinge unterscheiden sich zunächst, was die Entwickelung der Flächen anbetrifft, von den ineinandergewachsenen dadurch, dass beide Individuen in gleicher Weise ausgebildet sind. Es kommen die beiden Fälle vor, welche ich im allgemeinen Theil beschrieben habe. Stellen wir uns das Tetraëder hexagonal, so sieht man, dass es die beim hexagonalen System so häufige Zwillingsbildung ist, derzufolge die beiden Individuen die gerade Endfläche gemein haben und um 60^{0} gegeneinander gedreht sind. Die Verwachsungsebene geht nicht durch die hexagonale Hauptaxe, sondern liegt so, dass die beiden Ecken vollständig ausgebildet sind und entweder die Dodekaëderflächen aneinanderstossen oder ihre Kanten resp. die Abstumpfungsflächen derselben $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$.

Die Krystalle sind häufig rissig und an diesen Rissen findet eine Verwitterung statt, in Folge deren sich Malachit bildet, welcher dann aus den Rissen herausblickt.

Im Innern der Krystalle befindet sich meist ein Kern von Kupferkies. Sonst kommt von begleitenden Mineralien nur Bleiglanz und Quarz vor.

8. Gersdorf bei Freiberg.

Durch das Auftreten des Tetrakishexaëders $(a:3a:\infty a)$ und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ haben diese Krystalle eine grosse Aehnlichkeit mit denen von der Grube Aurora; sie sind selten frisch, meist stark an der Oberfläche verwittert. Von Zwillingen treten aneinandergewachsene auf, welche einen Uebergang zu den durcheinandergewachsenen bilden, indem nach Schema Fig. 20 von den beiden aneinandergewachsenen Krystallen das eine Individuum sich auch an den beiden übrigen Seiten des anderen wiederholt. Man kann dann die vier Tetraëderecken immer noch unterscheiden, so dass man es nicht als zwei Individuen ansehen kann, welche durcheinander gewachsen sind.

Begleitende Mineralien sind gelber Flussspath und Quarz.

9. Schönborn bei Mitweida. Fig. 14.

Hier ist das Dodekaëder etwas mehr entwickelt als bei Gersdorf und der Grube Aurora. Das Tetraëder 1. Stellung ist nur gewöhnlich gestreift und umgeben von dem Triakistetraëder $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ und dem 1. Dodekaëder, welche beide parallel den Combinationskanten mit dem Tetraëder gestreift sind. Auf den Dodekaëderflächen wird dann ungefähr an der Stelle, wo die Dodekaëderkante oder ihre Abstumpfungsfläche $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ auftritt, die Streifung abgelöst von der, welche der Combinationskante mit dem 2. Triakistetraëder parallel läuft, so dass es hier besonders deutlich hervortritt, dass die Dodekaëderfläche eine Combination von 1. und 2. Dodekaëder ist.

Häufig sind ineinandergewachsene Zwillinge, welche ein etwas eigenthümliches Aussehen dadurch haben, dass die Zwillingskeile mehr nach der tetraëdrischen Ecke hin liegen und so noch in die Flächen des Dodekaëders eindringen. Dies Verhalten tritt besonders dadurch hervor, dass die Krystalle im Wesentlichen mit einer Tetraëderfläche aufgewachsen sind, so dass die gegenüberliegende Ecke deutlich ausgebildet ist, während bei den Krystallen von der Grube Aurora und Zilla eine Kante am meisten hervortrat, welcher die Zwillingsrippe sehr genähert war.

Auch hier kommen regelmässige Verwachsungen mit Kupferkies vor, ähnlich wie bei Zilla; die Kupferkieskrystalle sind

theils leistenförmig ausgebildet, theils plattenförmig nach einer Fläche des 2. Tetraëders und bedecken mitunter den ganzen Krystall, mitunter nur Theile desselben, mitunter ist es auch nur ein ganz dünner Anflug.

Neben dem Zwillingsindividuum kann man meist eine Rinne wahrnehmen, dadurch hervorgebracht, dass sich die Flächen des Triakistetraëders wiederholen. Die ganze Art der Ausbildung erinnert am meisten an die Zeichnungen von Fahlerz, welche sich in den verschiedenen Handbüchern finden und welche nach Haidinger's*) Vorgange als aus dem Dillenburgischen stammend angegeben werden, von wo mir Krystalle von diesem Typus nicht begegnet sind.

Hervorzuheben ist noch der Umstand, dass die Fläche, welche der Fig. 14 als Projectionsebene zu Grunde liegt, auch bei den Krystallen selbst sehr stark entwickelt ist. Diese tetraëdrische Seite liegt auch bei den schiefen Projectionen hinten und ist deshalb meist nicht gezeichnet. Die Darstellung, welche Naumann in seinem Lehrbuch der Krystallographie giebt, Fig. 622, zeigt hier die Flächen eines Deltoiddodekaëders, welche dann eine sechsseitige Pyramide bilden; danach sind auch die Modelle von Dr. Krantz angefertigt. Eine derartige Entwickelung habe ich aber nie beobachtet.

Der Kupferkies kommt auch in selbstständigen Krystallen vor, welche mit dem Fahlerz und Quarz zusammen auf Feldspath aufgewachsen sind.

10. Beschert Glück bei Freiberg (silberhaltig).

Die Krystalle zeigen stark entwickelt das Dodekaëder, ferner das 1. Tetraëder, mitunter auch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ und Hexaëder. Sie sind von sonstigen Fahlerzen dadurch unterschieden, dass die Flächen sich vielfach wiederholen, wodurch das 1. Dodekaëder gekrümmt erscheint, so dass überhaupt keine scharfen Kanten auftreten. Diese Eigenschaft theilt es mit dem Bleiglanz, mit welchem es zusammen vorkommt und dessen Krystalle wie geflossen aussehen.

*) Handbuch der bestimmenden Mineralogie. Wien 1845. p. 257, f. 389.

11. Mouzaïa in Algier.

Dieses Vorkommen ist von M. FLAJOLOT beschrieben, Annales des mines, Ser. V., Bd. III., p. 654. Aus den beigegebenen Zeichnungen ersieht man die Einfachheit der Formen, 1. Tetraëder, Dodekaëder und $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$; mitunter ist das Dodekaëder vorherrschend entwickelt, und eine Zeichnung zeigt eine eigenthümliche Verzerrung in der Richtung einer Dodekaëderkante.

12. Gottesgabe bei Biedenkopf in Hessen-Darmstadt (quecksilberhaltig).

Die Krystalle haben auch eine grosse Einfachheit der Formen und das Dodekaëder ist mitunter stark entwickelt. Die Form $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ tritt als schmale, glänzende Abstumpfung der Dodekaëderkante auf. Es kommt zusammen mit Quarz vor und beide Mineralien haben einen dünnen Ueberzug von Göthit.

13. Vorsorge Gottes bei Kamsdorf.

Die Krystalle bieten in der Form nichts Besonderes, aber zeigen interessante Zersetzungen. Es bildete sich zunächst eine Hülle von Kupferkies, welcher selbst wieder angelaufen oder geschwärzt ist und in Kupferpecherz verwandelt zu sein scheint. Unter der ersten Hülle befindet sich dann noch eine zweite, und bei der dritten ist die Zersetzung schon weiter fortgeschritten, es hat sich Malachit, resp. Kupferkies und Brauneisenerz gebildet und zuletzt ist nur noch Brauneisenocker übrig geblieben, welcher den Kern der Krystalle bildet. Wir haben somit hier die Aufeinanderfolge, wie sie VOLGER in seiner schon citirten Abhandlung giebt (p. 53). Diese echte Pseudomorphose hat aber keine Aehnlichkeit mit den Ueberzügen von Kupferkies, wo der Kupferkies immer in einzelnen Krystallindividuen ausgebildet ist.

b. Krystalle, bei denen auch das 2. Tetraëder auftritt, das erste aber noch vorherrscht.

14. Müsen, Schwabengrube und Stahlberg. Fig. 7.

Das 1. Tetraëder gleicht ganz dem von Dillenburg und treten so wie dort noch $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ auf und danach die Strei-

fen, ausserdem noch Streifen nach der Kante mit dem Dodekaëder. Auch das Hexaëder ist gestreift, jedoch nicht gleichmässig über die ganze Fläche, so dass es wahrscheinlich eine Combination der beiden Hexaëder ist. Besonders interessant ist das Dodekaëder, welches sich durch die Streifen als der 1. Stellung zugehörig erweist und dessen Ecken durch die kleinen glänzenden Flächen des 2. Tetraëders abgestumpft sind. An und für sich ist das Dodekaëder stark glänzend, es zeigt aber vielfach Eindrücke, so dass es rauh erscheint. Diese Eindrücke haben eine dreieckige Gestalt und ihre inneren Flächen spiegeln mit Flächen des Krystalls ein und zwar mit den Flächen des 2. Tetraëders, welche besonders an den Kanten in der Nähe der Ecke zu beobachten sind, und mit den Formen 1. Stellung, dem Tetraëder und dem dazugehörigen $(a : a : \frac{1}{2} a)$. Auf den inneren Begrenzungsflächen kann man auch noch deutlich die Streifung der 1. Stellung erkennen, welche also theilweise von dem Dodekaëder überwachsen wird; es fehlte zur vollkommenen Ausbildung der Dodekaëderflächen an Masse. Die Gestalt der Eindrücke ist dreieckig und ihre Lage so, dass die Spitzen gerade entgegengesetzt der Tetraëderecke liegen, also der Fläche des 1. Tetraëders zugekehrt. Die eine Seite dieser Dreiecke liegt natürlich parallel der langen Diagonale der Dodekaëderfläche, die beiden anderen entsprechen der Combinationskante dieser Dodekaëderfläche mit den beiden zunächst liegenden Tetraëderflächen. Dadurch, dass an der Spitze des Dreiecks dann noch das 2. Tetraëder auftritt, werden die Eindrücke vierseitig. Sie verschwimmen auch vielfach ineinander und nehmen dann eine wurmförmige Gestalt an, wobei man aber meist noch die Entstehung erkennen kann. Etwas ganz Aehnliches zeigten die Krystalle von Kapnik, bei denen jedoch das 2. Tetraëder fehlt.

Unter den Zwillingen sind am häufigsten die gewöhnlichen ineinandergewachsenen mit der gesetzmässigen Modification der tetraëdrischen Seite, aus welcher die Zwillingsrippe herausragt. Seltener sind die aneinandergewachsenen, welche hier an die Zwillinge der Blende erinnern, da bei ihnen das Dodekaëder und überhaupt die 1. Stellung mehr entwickelt ist. In Folge dessen tritt an die Zwillingsgrenze neben der Dodekaëderkante des einen Individuums die Abstumpfungsfläche $\frac{1}{2}(a : a : \frac{1}{2} a)$ des anderen und die Grenze markirt sich auch auf den Dodekaëder-

flächen schon dadurch, dass die Eindrücke bei beiden Individuen eine der Zwillingsstellung entsprechende verschiedene Lage haben.

Die Krystalle sitzen auf dichtem Fahlerz, welches im Innern vielfach Kupferkies eingeschlossen enthält; andere häufige Begleiter sind auf der Schwabengrube Kobaltnickelkies, Eisenspath und Schwerspath. Auch einzelne Fahlerzkrystalle zeigen vielfach einen Kern von Kupferkies. Der Kupferkies lässt noch einzelne Zwillingslamellen erkennen, welche ihrer Lage nach den Tetraëderflächen des Fahlerzes entsprechen, so dass wir es also auch hier mit einer regelmässigen Verwachsung zu thun haben.

15. Horhausen bei Neuwied.

Der Typus dieser Krystalle unterscheidet sich von dem der Krystalle von Müsen dadurch, dass hier meist in 1. Stellung noch $\frac{1}{2}(a:\frac{3}{2}a:\frac{3}{2}a)$ auftritt und zwar mitunter sehr stark entwickelt, überhaupt ein grösserer Flächenreichthum vorhanden ist. Ausserdem sind die Krystalle ausgezeichnet durch ihre Frische, durch stark glänzende Flächen, was sonst beim Fahlerz nicht häufig der Fall ist, auch haben keine Störungen der Bildung, wie bei Müsen, stattgefunden. Eine Notiz über diese Krystalle giebt Klein, Neues Jahrb. f. Mineral. 1871, p. 493; er nennt noch $\frac{1}{2}(a:\frac{3}{2}a:\frac{3}{2}a)$ in 2. Stellung, $(a:a:\frac{1}{4}a)$ in beiden Stellungen und das bei Dillenburg gewöhnliche Tetrakishexaëder $(a:\infty a:\frac{1}{3}a)$. Den Angaben von Klein über die Beschaffenheit der Flächen habe ich noch hinzuzufügen, dass der Würfel sich durch die Streifung als 1. Stellung angehörig erweist. Das Dodekaëder ist vollkommen glatt und glänzend, so dass sich über seine Stellung nichts ausmachen lässt.

Die Grube, auf welcher diese Fahlerzkrystalle gefunden werden, ist die Eisenspathgrube Georg bei Oberstrass.

Diesem Typus schliessen sich noch andere Fahlerze an, z. B. die Krystalle von Fröhliche Hoffnung zu Sangerhausen und von Markirchen im Elsass, welche letztere vielfach bunt angelaufen sind und ein deutlich gestreiftes 1. Hexaëder haben.

16. Schemnitz. Fig. 11.

Hier herrscht im Wesentlichen wie bei vielen Krystallen vom Stahlberge bei Müsen das Dodekaëder, welches auch in

derselben Weise gestreift ist; ein Unterschied in der Ausbildung besteht darin, dass die beiden Tetraëder mehr im Gleichgewicht entwickelt sind, man erkennt dann das 1. Tetraëder an der Streifung auf $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$, welche immer auf dasselbe hinweist; im Glanz tritt der Unterschied mehr zurück.

Zusammen mit dem Fahlerz kommt Kupferkies vor, bei welchem es Zwillinge sind, ähnlich der Fig. 10 bei der Abhandlung über den Kupferkies, nur mit dem Unterschiede, dass auch das als Tetraëder bezeichnete Individuum hier die Flächen 2. Ordnung stark entwickelt zeigt. Bei beiden Individuen gehören die Flächen 2. Ordnung der 1. Stellung an; es ist besonders das 1. stumpfere Octaëder. Dasselbe wird vom Fahlerz regelmässig überwachsen, wie es die Figur darstellt, nur mit dem Unterschiede, dass nicht der ganze Kupferkies von Fahlerz bedeckt wird. Diese regelmässige Verwachsung findet auf beiden Zwillingsindividuen statt.

17. Frammont.

Die Krystalle haben mit denen von Schemnitz am meisten Aehnlichkeit und machen in der Deutung viele Schwierigkeiten, indem sie vielfach sehr verzerrt sind und auch die physikalischen Eigenschaften auf den Flächen sehr zurücktreten. Am glattesten ist das 2. Tetraëder, welches auch keinerlei Zeichnung hat, während 1. Stellung weniger glänzt, mitunter auch ganz von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ und dessen Abstumpfung $\frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)$ verdrängt wird. Wir haben also hier den merkwürdigen Fall, dass das 1. Tetraëder selbst ganz verschwinden kann, so dass sich diese Krystalle schon sehr denen von Schwaz in Tyrol nähern und zu diesen gewissermaassen den Uebergang bilden.

Die Krystalle kommen in Rotheisenerz vor und sind an der Oberfläche mitunter in Malachit umgeändert.

Hieran schliessen sich noch die Krystalle von Kahl im Spessart (Hessenberg's mineralog. Mittheilungen 1861, p. 36) und die vom Wenzelsgange bei Wolfach im badischen Schwarzwalde von Sandberger beschriebenen (Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1859, p. 290).

Aus Russland hat P. v. Jeremijew Krystalle von den Gruben Preobrajensk und Michailowsk bei Beresowsk beschrieben (Materialien zur Mineralogie Russlands von Kokscharow, Bd. V., p. 369).

c. Krystalle, bei denen nur die 2. Stellung entwickelt ist.

18. Falkenstein bei Schwaz in Tyrol.

Hier herrscht das 2. Dodekaëder, dessen abwechselnde Ecken vom 2. Tetraëder abgestumpft werden und die daranliegenden Kanten von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$. Dass zunächst das Tetraëder 2. Stellung ist, ergiebt sich daraus, dass es gar nicht gestreift ist und dass das dazugehörige Triakistetraëder parallel der Kante mit dem Dodekaëder gestreift ist. Die Fläche selbst ist drusig und zeigt dreieckige Erhabenheiten, welche von der Neigung zur Bildung von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$ herrühren. Auf derselben Neigung beruhen die dreieckigen Eindrücke auf den Dodekaëderflächen, welche in Folge dessen auch eine andere Lage haben als die von Müsen. Die Spitzen der Dreiecke sind hier der Dodekaëderecke zugekehrt und die von ihnen ausgehenden Seiten laufen den Dodekaëderkanten parallel, die der 3. Seite auch der Combinationskante mit dem 2. Tetraëder. Von Streifung erscheint nur die für das 2. Dodekaëder charakteristische parallel den Dodekaëderkanten.

Häufig haben die Krystalle eine schalige Structur und sind dann die Schalen nach dem II. Zwillingsgesetz angeordnet, so dass über eine Dodekaëderkante eine Fläche von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$ zu liegen kommt. Durch die unregelmässige Entwickelung dieser Schalen über die Oberfläche des Krystalls erklärt sich das unregelmässige Auftreten von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$.

III. Schlussbemerkungen.

Die hier geschilderten regelmässigen Verwachsungen von Fahlerz und Kupferkies, welche sich so oft wiederholen, müssen zu der Vermuthung führen, dass diese Mineralien zu einander in einer gewissen verwandtschaftlichen Beziehung stehen. Quenstedt giebt in seinem Handbuch der Mineralogie, Tübingen 1863, p. 713 an, dass Weiss in seinen Vorlesungen den Kupferkies wegen der regelmässigen Verwachsung mit Fahlerz als regulär darstellte. Auch Rammelsberg hebt in seinem Aufsatze über

die Harzer Mineralien hervor, dass die Beziehungen zwischen beiden Mineralien höchst merkwürdig sind, ohne aber weiter darauf einzugehen.

Es liegt zunächst auf der Hand, dass für diese Beziehung der Name Isomorphie nicht in Anwendung kommen kann, denn es fehlen beide für die Isomorphie erforderlichen Bedingungen. Zunächst krystallisiren beide Mineralien in verschiedenen Krystallsystemen, dann haben sie auch keine analoge chemische Constitution. Wollte man also die beiden Mineralien isomorph nennen, so müsste man den Begriff der Isomorphie noch mehr erweitern, als es in neuerer Zeit vielfach geschehen ist, besonders von Rammelsberg, welcher jedoch nie die Grenzen der Krystallsysteme überschritten hat, sondern nur die von Mitscherlich gesteckten chemischen. A. Laurent hat den Isomorphismus in krystallographischer Beziehung bedeutend ausgedehnt, während die Mitscherlich'sche Isomorphie nur eine Aenderung der Winkel insoweit zulässt, als dadurch die Symmetrieverhältnisse nicht geändert werden; so nimmt Laurent auch eine Veränderlichkeit der für die Symmetrie charakteristischen Winkel an. Auch an die chemische Verwandtschaft stellt er äusserst geringe Ansprüche und bringt den Namen Hemiisomorphismus in Anwendung. Die Laurent'sche Auffassung hat in Deutschland nie recht Anklang gefunden und wohl deshalb, weil sie rein auf dem Calcül beruhte und von ihm, Pasteur und Delafosse schrankenlos erweitert werden konnte. Dies lässt es mir misslich erscheinen, den Namen Hemiisomorphismus für so unzweifelhaft verwandte Mineralien wie Fahlerz und Kupferkies in Anwendung zu bringen.

Dasselbe Verwandtschaftsverhältniss wiederholt sich öfter bei den Mineralien und zwar bei allen denjenigen, welche die Fähigkeit haben, miteinander regelmässige Verwachsungen einzugehen, so Verwachsungen von optisch ein- und zweiaxigem Glimmer*), Cyanit und Staurolith, Rutil und Eisenglanz. Dagegen sehen wir, dass Mineralien, welche keine Uebereinstimmung in den Winkeln haben und auch grosse Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung, sich gleichzeitig bilden können, ohne dass irgend welche Beziehungen in der gegenseitigen Lage vorhanden sind, z. B. Orthoklas und Quarz.

---

*) G. Rose, Poggendorff's Annalen, Bd. CXXXVIII, p. 177.

Andererseits kommen aber regelmässige Verwachsungen auch bei isomorphen Mineralien vor.

Die Eigenschaft, um die es sich hier handelt, steht also auch in einer Beziehung zur Lehre der Isomorphie. Chemisch stehen sich Fahlerz und Kupferkies näher als Fahlerz und Blende, welche auch nur sehr selten regelmässige Verwachsungen zeigen. Dagegen sind wieder diese regelmässigen Verwachsungen sehr häufig bei Blende und Kupferkies, welche, wenn man den Kupferkies als eine Verbindung von CuS, FeS auffasst, chemisch als analog constituirt aufgefasst werden können.

G. vom Rath *) sagt bei der Beschreibung der regelmässigen Verwachsungen von Rutil und Eisenglanz, dieselben seien wohl die Folge der geringen Differenz gewisser Winkel. Dies scheint mir nicht der einzige Grund zu sein, da Fahlerz und Blende, welche so häufig zusammen vorkommen, bei Gleichheit der Winkel so selten regelmässige Verwachsungen zeigen, dagegen häufig Blende und Fahlerz mit Kupferkies, so dass wohl die chemische Zusammensetzung auch von Belang ist, nur lässt es sich noch nicht übersehen, in wie weit.

So scheinen mir die regelmässigen Verwachsungen ein wichtiger Fingerzeig zu sein, von einem anderen Gesichtspunkte an das Studium der Beziehungen von Inhalt und Form heranzutreten. Wenn wir die Formen regelmässig verwachsener Mineralien vergleichen, so bleiben wir auf dem Boden der Thatsachen und gewinnen Anhaltepunkte für die Beziehungen der verschiedenen Krystallsysteme untereinander, welche auf dem Vorkommen in der Natur beruhen, nicht nur auf mathematischem Calcül; hoffentlich glückt es dann auch, eine Gesetzmässigkeit in den chemischen Beziehungen regelmässig verwachsener Mineralien aufzufinden.

---

*) Diese Zeitschrift Bd. XIV., S. 414.

Uebersicht der beim Fahlerz vorkommenden Formen.

Formen.	1. Stellung.	2. Stellung.	Vorkommen.	Autoren.*)
Tetraëder	$o = \frac{1}{2}(a:a:a)$	$o' = \frac{1}{2}(a:a:a)'$	Häufig	—
Triakistetraëder	$\frac{1}{2}o = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$	$\frac{1}{2}o' = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)'$	—	—
—	$\frac{1}{3}o = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{3}a)'$	—	Horhausen	—
—	$\frac{5}{9}o = \frac{1}{2}(a:a:\frac{5}{9}a)$	—	Kahl	Hessenberg
—	$\frac{1}{4}o = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{4}a)$	$\frac{1}{4}o' = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{4}a)'$	Horhausen	—
—	—	$\frac{1}{5}o' = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{5}a)'$?	Kahl	Hessenberg
—	—	$\frac{1}{6}o' = \frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{6}a)'$	Ilanz	—
Dodekaëder	$d = (a:a:\infty a)$	$d' . (a:a:\infty a)'$	Häufig	—
Deltoiddodekaëder	$\frac{3}{2}o = \frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)$	$\frac{3}{2}o' = \frac{1}{2}(a:\frac{2}{3}a:\frac{2}{3}a)'$	Horhausen	—
—	$2o = \frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{2}a)$	—	Unbekannt	Naumann
Tetrakishexaëder	?	$\frac{1}{3}d' = (a:\frac{1}{3}a:\infty a)'$	Nicht selten	—
Hexakistetraëder	$5 = \frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$	—	Ilanz	—
—	—	$o = \frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a\frac{1}{5}a)'$	—	—
—	—	$\frac{1}{2}(a:\frac{5}{7}a:\frac{5}{12}a)'$	Kahl	Hessenberg
Hexaëder	$a = (a:\infty a:\infty a)$	?	Häufig	—

*) Dieselben habe ich nur bei denjenigen Formen angegeben, welche ich nicht selbst gesehen habe.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XVI.

Fig. 1. Tetraëderzwilling, zwei ineinandergewachsene Tetraëder. Zilla bei Clausthal.

Fig. 2. Tetraëderzwilling, das eingewachsene Tetraëder ragt nur als Ecke heraus.

Fig. 3. Tetraëderzwilling, das eingewachsene Tetraëder ragt als Rippe heraus.

Fig. 4. Drei parallel verwachsene Krystalle, bei denen die Zwillingsrippen aus den drei verschiedenen Kanten des Triakistetraëders herausragen. Grube Aurora bei Dillenburg.

Fig. 5. Zwei aneinandergewachsene Tetraëder, bei denen die Zwillingsebenen mit den Seiten der Tetraëderflächen aneinanderstossen. Grube Aurora.

Fig. 6. Dasselbe auf der Zwillingsebene projicirt.

Fig. 7. Dodekaëderzwilling vom Stahlberge bei Müsen.

Fig. 8. Tetraëderzwilling, mit der Zwillingsebene aneinandergewachsene Individuen. Meiseberg bei Harzgerode.

Tafel XVII.

Fig. 9. Von Fig. 5 dadurch unterschieden, dass die Zwillingsebenen sich die Ecken zukehren. Grube Aurora.

Fig. 10. Dasselbe auf die Zwillingsebene projicirt.

Fig. 11. Fahlerz umgiebt ein 1. stumpferes Tetraëder von Kupferkies. Schemnitz.

Fig. 12. Kupferkies auf Fahlerz. Baigori in Navarra.

Fig. 13. Flächenreicher Krystall, auf eine Tetraederfläche projicirt. Ilanz.

Fig. 14. Flächenreicher Krystall, Projection auf eine Tetraëderfläche mit drei Zwillingsindividuen. Mitweida.

Fig. 15. Verwachsung von Fahlerz mit Kupferkies. Meiseberg.

Tafel XVIII.

Fig. 16. Gruppe von regelmässiger Verwachsung von Fahlerz und Kupferkies. Baigori.

Fig. 17. Kupferkies auf Fahlerz. Zilla.

Tafel XIX.

Fig. 18. Fahlerz auf Kupferkies. Meiseberg.

Fig. 19. Stellung der Fahlerzkrystalle bei Fig. 18.

Fig. 20. Drei Tetraëder, zwillingsartig an ein mittleres angewachsen, Projection auf die Zwillingsebene. Gersdorf.

Fig. 1.

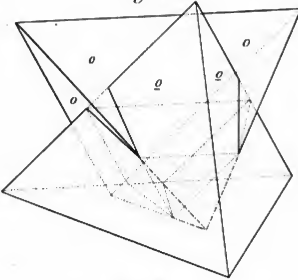


Fig. 5.

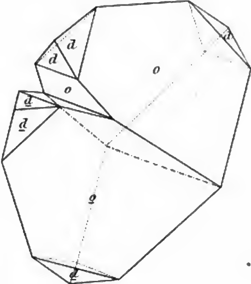


Fig. 2.

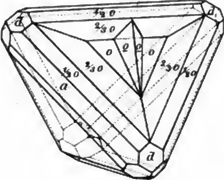


Fig. 6.

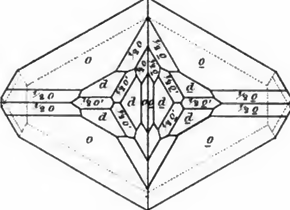


Fig. 3.

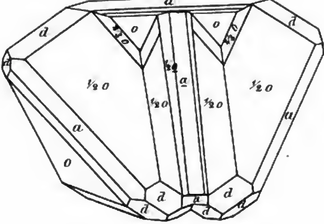


Fig. 7.

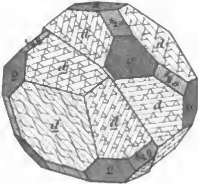


Fig. 4.

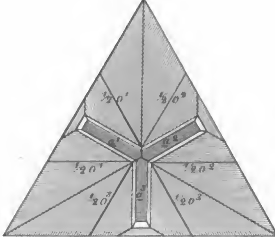
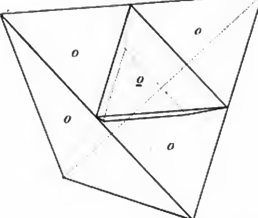
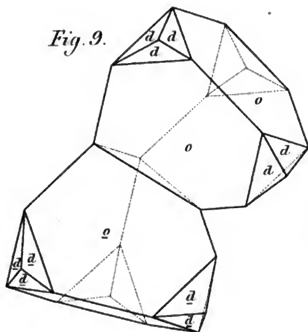
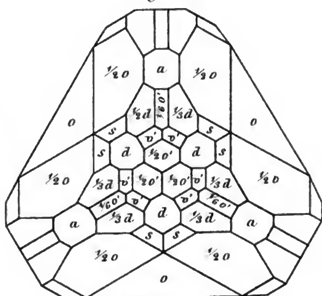


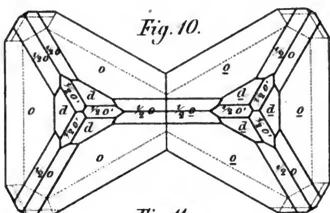
Fig. 8.

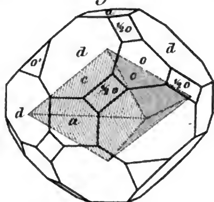


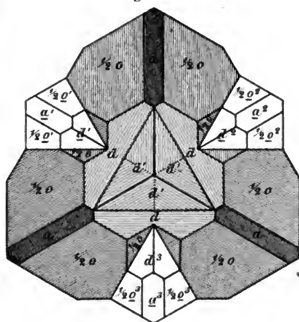
A. Sadebeck del. C. Laue lith.

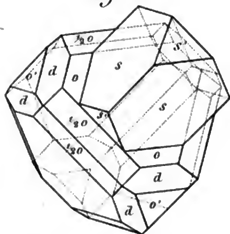

Fig. 9.

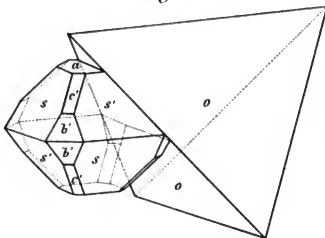

Fig. 13.


Fig. 10.


Fig. 11.


Fig. 14.


Fig. 12.


Fig. 15.

A. Sadebeck del. C. Laue lith

Fig. 16.

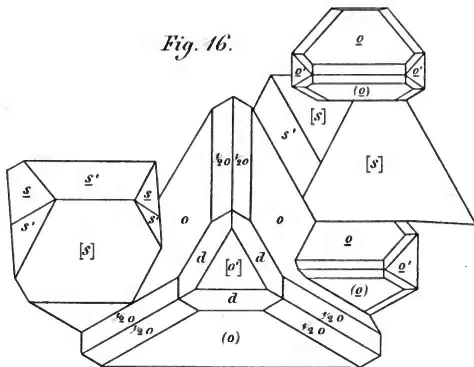
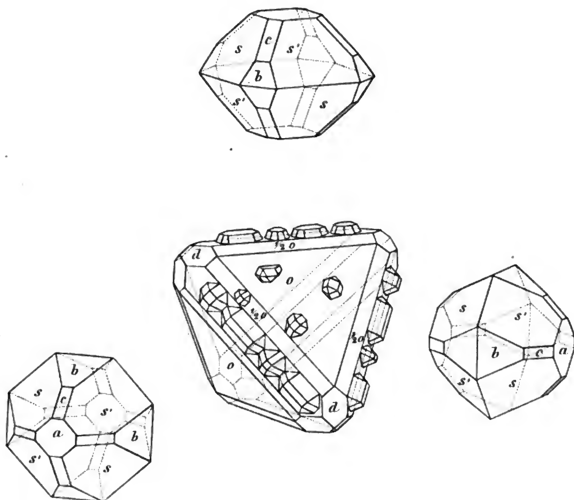


Fig. 17.



A. Sadebeck del. C. Laue lith

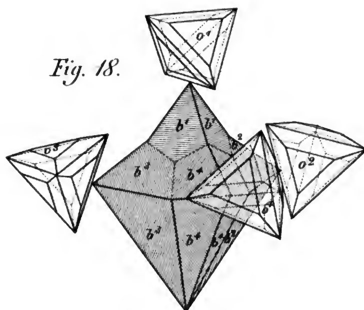


Fig. 18.

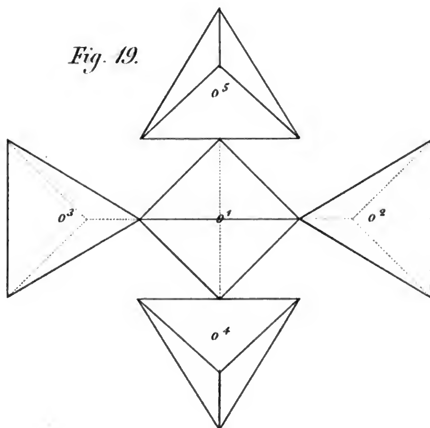


Fig. 19.

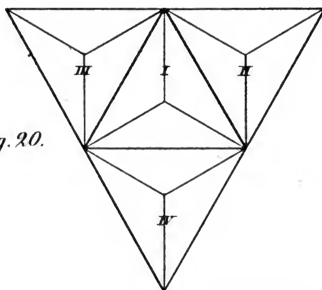


Fig. 20.

A. Sadebeck del. C. Laue lith.



